

## Method and device for the relative quantitative determination of chromophores in surface layers

**Patent number:** DE3827457

**Publication date:** 1989-06-08

**Inventor:** LUDWIG BERNHARD DR (DE)

**Applicant:** LUDWIG BERNHARD DR (DE)

**Classification:**


- International: G01J3/46; G01J3/51; G01N21/25

- european: A61B5/103N4; G01J3/50; G01N21/47F2

**Application number:** DE19883827457 19880812

**Priority number(s):** DE19873740348 19871127; DE19883827457 19880812

**Also published as:**

 IT1227368 (B)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE3827457

A specification is given for a method and a device for the relative quantitative determination of chromophores in surface layers, especially of human skin, of human hair or the like, on the basis of the optical total reflectance and the optical properties of the chromophores to be determined. In the method, for at least two specific components of the optical spectrum, two reflectance measurements of the surface of the object to be measured are carried out and the measured values obtained hereby are used for the determination of the chromophore densities on the basis of the optical properties of the surface layers. The device contains illumination equipment, which directs at least two different radiations onto a surface to be measured and optical sensors as well as indicating equipment. The reflectance sensor in this case is connected to a measured value processing equipment which produces a relation between the reflectance measured values and the densities of the chromophores on the basis of a layer-specific correlation. The result is then output via indicating equipment.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3827457 A1

21 Aktenzeichen: P 38 27 457.4  
22 Anmeldetag: 12. 8. 88  
43 Offenlegungstag: 8. 6. 89

51 Int. Cl. 4:  
G01J 3/46  
G 01 J 3/51  
G 01 N 21/25  
// A61N 5/06

DE 3827457 A1

30 Innere Priorität: 32 33 31  
27.11.87 DE 37 40 348.6

71 Anmelder:  
Ludwig, Bernhard, Dr., 8000 München, DE

74 Vertreter:  
Berendt, T., Dipl.-Chem. Dr.; Leyh, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Hering, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000  
München

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern in Oberflächenschichten

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern in Oberflächenschichten, insbesondere der menschlichen Haut, des menschlichen Haares oder dergleichen, auf der Basis der optischen Gesamtremission und der optischen Eigenschaften der zu bestimmenden Farbträger angegeben. Beim Verfahren werden für wenigstens zwei spezifische Anteile des optischen Spektrums zwei Remissionsmessungen der Oberfläche des Meßobjektes durchgeführt und die hierbei erhaltenen Meßwerte auf der Grundlage der optischen Eigenschaften der Oberflächenschichten zur Ermittlung der Farbträgerdichten herangezogen. Die Vorrichtung enthält eine Beleuchtungseinrichtung, die wenigstens zwei verschiedene Strahlungen auf eine Meßfläche richtet und optische Sensoren sowie eine Anzeigeeinrichtung. Der Remissionsensor ist hierbei mit einer Meßwertverarbeitungseinrichtung verbunden, die über einen schichtspezifischen Zusammenhang einen Bezug zwischen Remissionsmeßwerten und den Dichten der Farbträger herstellt. Das Ergebnis wird dann über eine Anzeigeeinrichtung ausgegeben.

DE 3827457 A1

## Beschreibung

Die Erfindung befaßt sich mit einem Verfahren und einer Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern in optisch zugänglichen Oberflächenschichten von Meßobjekten, insbesondere der menschlichen Haut, des menschlichen Haares oder dergleichen, auf der Basis der optischen Reflexion, Rückstreuung und Absorption der zu ermittelnden Farbträger. Ganz generell können das Verfahren und die Vorrichtung nach der Erfindung zu medizinischen Zwecken, insbesondere bei Bestrahlungstherapien oder der messenden Verfolgung der kapillaren Durchblutung oder auch zur quantitativen Charakterisierung von Haarfarben Anwendung finden. Jedoch sind auch weitere Anwendungsmöglichkeiten in Verbindung mit speziellen Klassen von Gegenständen gegeben, welche remissionsfähige Oberflächen haben. Hierbei können das Verfahren und die Vorrichtung nach der Erfindung zur quantitativen Kontrolle sowie als Mittel zur Steuerung von Prozeßabläufen genutzt werden.

Aus DE-PS 35.06 690 ist eine Vorrichtung zur Ermittlung einer jeweils akuten Sonnenschutzfaktorzahl bekannt, welche derart beschaffen und ausgelegt sein soll, daß in Abhängigkeit von den individuellen Eigenschaften der Haut und ihren jeweiligen Zuständen die erforderliche Sonnenschutzfaktorzahl ermittelt werden kann, die die Auswahl des richtigen Sonnenschutzmittels ermöglicht, wobei eine individuelle, lokale Hautbräunung und der Sonnenschutzfaktor unter sommerlichen, mediterranen Mittagsbedingungen ermittelt wird. Das Arbeitsprinzip dieser Vorrichtung beruht auf der Farbdensitometrie unter Verwendung von lediglich roter Beleuchtung. Hierbei werden der Schichtaufbau der Haut und ihre Streuverhältnisse nicht berücksichtigt, sondern es wird von einem proportionalen Zusammenhang von Farbdichte und Melaninpigmentierung ausgegangen. Versuche haben jedoch gezeigt, daß dieser Zusammenhang nicht linear ist. Ferner wird bei dieser bekannten Vorrichtung von heuristisch gewählten Minimal- und Maximalwerten ausgegangen. Das Ergebnis, das bei dieser Vorrichtung angezeigt wird, sind lediglich qualitative Braun-Skalenwerte. Ein Rot-Anteil der Hautfarbe kann bei dieser Vorrichtung nicht berücksichtigt werden. Die Rötung einer Hautstelle (Erythem) wird nämlich durch die (vermehrte) kapillare Durchblutung hervorgerufen und erscheint rot, weil das Hämoglobin als Farbträger erst bei Wellenlängen unterhalb 600 nm merklich zu absorbieren beginnt. Bei der Vorrichtung ist ein Wellenlängenbereich von größer als 600 nm angegeben, so daß hiermit weder eine Bewertung eines Sonnenbrandes vorgenommen, noch bei eingetretenem Sonnenbrand zutreffende Angaben zum notwendigen erhöhten Strahlungsschutz erhalten werden können. Da die Vorrichtung nur ein Meßlicht nutzt, können die Rötung und Bräunung der Haut nicht voneinander getrennt werden. Wegen fehlender Abschirmung der Meßfläche gegen Umgebungslicht ist die Reproduzierbarkeit der Messung äußerst zweifelhaft. Die Transparenz von mittel- oder sogar stark-gebräunter Haut ist so hoch, daß Umgebungslicht über Zentimeter in der Hautoberfläche weitergeleitet werden und hierdurch erhebliche Meßwertverfälschungen verursacht werden können. Auch lassen sich hieraus keine Hinweise im Hinblick auf die individuelle Empfindlichkeit, nämlich dem Zusammenhang zwischen Pigmentierung, Rötung und entsprechendem Schutzfaktor entnehmen.

Aus DE-OS 30 42 084 ist ein UV-Strahlungsmesser bekannt, der in Miniaturausführung ausgelegt ist und zur Anzeige der Strahlungsintensität der Sonne im UV-Bereich zum Zwecke des Hautschutzes dient. Hierbei erfolgt eine elektronische Umrechnung der UV-Strahlenstärke und es kann unter Berücksichtigung des Faktors Hauttyp und Strahlungsstärke der jeweils erforderliche Sonnenschutzfaktor in Abhängigkeit von der festgelegten Zeot ermittelt werden. Die Einflußgröße Hauttyp wird mit Hilfe einer beigefügten Tabelle berücksichtigt, so daß man die Verweildauer oder gegebenenfalls den Sonnenschutzfaktor eines Sonnenschutzmittels bestimmen kann. Dieser UV-Strahlungsmesser kann in Artikeln des täglichen Bedarfs, wie Feuerzeug, Armbanduhr, Taschenrechner, Kugelschreiber usw. eingebaut werden. Dieses bekannte Gerät gestattet lediglich die Messung der UV-Strahlung, wobei die Auswirkung derselben auf die menschliche Haut lediglich mit Hilfe von Tabellen berücksichtigt werden kann. Daher ist die Gefahr vorhanden, daß es dennoch zu einer Rötung der Haut oder zu einem Sonnenbrand kommen kann, wenn die den UV-Strahlungsmesser nutzende Person ihre eigene Sonnenempfindlichkeit unrichtig einschätzt. Zum anderen bedarf es relativ viel Erfahrung im Umgang mit diesem Gerät, wobei insbesondere ein gewisser bereits vorhandener Bräunungsgrad der Haut nicht objektiv berücksichtigt werden kann.

Aus DE-OS 29 37 598 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur vorprogrammierbaren Bestrahlung von Personen bekannt. Hierbei handelt es sich um ein Bestrahlungsgerät mit ultraviolettem Licht abgebenden Lampen. Dieses Gerät dient Therapie Zwecken und es enthält einen optischen Aufnehmer, insbesondere einen Dosimeter mit zugehörigem Integrator, die mit der Auswertelogik verbunden sind, so daß die hiermit gemessene Bestrahlungsdosis einem Rechner als zentraler Steuereinheit zugeführt werden kann. Wenn die gewünschte anzuwendende Strahlungsdosis erreicht ist, kann das Bestrahlungsgerät abgeschaltet werden oder es kann eine Warnung erfolgen. Hierbei handelt es sich um ein Großgerät, das nicht im täglichen Leben eingesetzt werden kann und zudem bedarf es auch hier der Eingabe von Vorgabeinformationen hinsichtlich der Strahlungsempfindlichkeit der menschlichen Haut. Diese werden extern vorgegeben. Die Hautreaktion wird hierbei nicht erfaßt.

Aus DE-OS 30 16 773 ist eine Einrichtung zur Erhöhung der Sicherheit bei der Behandlung von Personen mit ultravioletter Strahlung bekannt, die eine Zusatzanmeldung zu DE-OS 29 43 674 ist. Diese Einrichtung verfolgt den Zweck, die Intensität von ultraviolettem Licht, das von der Sonne oder mit Ultraviolett Lampen künstlich erzeugt worden ist, genau zu messen und die augenblickliche, durch ultraviolettes Licht erzeugte Energiemenge fortlaufend zu erfassen, die von einer Flächeneinheit der Haut eines Patienten aufgenommen wird. Wenn eine vorbestimmte Menge an Strahlungsenergie aufgenommen worden ist, wird automatisch ein akustischer oder optischer Alarm abgegeben oder bei einer künstlichen Erzeugung werden die Ultraviolett Lampen abgeschaltet. Auch hierbei handelt es sich um eine kompliziert aufgebaute Einrichtung, die relativ große Abmessungen hat. Insbesondere lassen sich auch bei diesen Einrichtungen die Empfindlichkeiten gegenüber der Strahlung und

Abhängigkeit vom Haupttyp nur extern durch entsprechende Erfahrungswerte vorgeben.

Aus DE-OS 29 43 117 ist ein Gerät zur Lichttherapie bekannt, das für eine lichtdichte Kabine bestimmt ist. Dieses Gerät soll ermöglichen, daß einerseits geprüft werden kann, auf welche Lichtwellen oder Lichtwellenmischung der einzelne Patient im jeweiligen Krankheitsfall reagiert, um dann die entsprechende Therapie hierauf abzustellen. Hierbei ist eine Meßeinrichtung vorhanden, die die Reaktion des Patienten auf das jeweilige auf ihn einwirkende Licht anzeigt. Aufgrund von physikalischen Gesetzen lassen sich die Reiz-Farben ermitteln, so daß dann die Bestrahlungstherapie in entsprechender Weise vorgenommen werden kann. Das Meßgerät ist mit einem Rezeptor verbunden, der eventuell auch in Form von Elektroden unmittelbar mit dem Patienten verbunden werden kann, so daß dessen Reaktion auf die jeweiligen Lichtwellen an ein entsprechendes Meßgerät abgegeben wird. Dieser Rezeptor nimmt zu Vergleichszwecken die von der Bestrahlungseinrichtung abgegebene Strahlungsenergie auf. Auch hierbei können nur empirisch ermittelte Werte, die auf Erfahrungen beruhen, berücksichtigt werden, wenn man die individuelle Strahlungsempfindlichkeit jeder Haut bei der Therapie mitberücksichtigen möchte. Zudem ist dieses Gerät hinsichtlich der Ausbildung speziell für die Lichttherapie bestimmt und daher für die Einzelanwendung beispielsweise zum Schutz gegen zu starke Bestrahlungen auch im Freien ungeeignet.

Die Erfindung zielt darauf ab, unter Überwindung der zuvor geschilderten Schwierigkeiten ein Verfahren und eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art bereitzustellen, die auf zuverlässige Weise ohne externe Vorgabewerte die Auswirkungen einer Strahlenexposition erfassen und berücksichtigen können. Auch soll die Auslegung so getroffen werden, daß eine Farbveränderung messend verfolgt werden kann.

Nach der Erfindung zeichnet sich ein Verfahren zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern in optisch zugänglichen Oberflächenschichten von Meßobjekten, insbesondere der menschlichen Haut, des menschlichen Haares oder dergleichen dadurch aus, daß mit wenigstens zwei spezifischen Anteilen des optischen Spektrums wenigstens zwei Remissionsmessungen der Oberfläche des Meßobjektes durchgeführt werden und aus diesen Meßwerten auf der Grundlage der optischen Eigenschaften der Oberflächenschichten des Meßobjektes Farbträgerdichten ermittelt werden.

Bei dieser Verfahrensweise kann man in Verbindung mit der Remissionsmessung und des Bezugs auf die Farbträgerdichten und ihrer Einzelspektren eine zuverlässige und genaue, relative, quantitative Bestimmung von Farbträgern erreichen. Hierbei ist eine analytische Bestimmung und zuverlässige Erfassung auch der quantitativen Veränderung der Farbträger beispielsweise in zeitlicher Abhängigkeit möglich, so daß auch eine zeitliche Überwachung der quantitativen Veränderung der Farbträger vorgenommen werden kann. In Anwendung auf die menschliche Haut können somit die Auswirkungen der natürlichen oder künstlichen Bestrahlung auch unter Berücksichtigung des Pigmentierungsgrades und der Durchblutung (Erythem) der Haut und deren Empfindlichkeit sowie unter Berücksichtigung eines Ausgangszustandes zuverlässig direkt bestimmt und ermittelt werden, so daß eine zuverlässige Aussage hinsichtlich der Strahlungsbelastungsfähigkeit ermöglicht wird. Ebenfalls kann auf diese Weise eine relative, quantitative Charakterisierung der Haarfarben durch die durch die Farbträgerdichten erreicht werden.

Bei der Erfindung wird ein Bezug zwischen den Remissionsmessungen der Schicht und den Farbträgern über die optischen Eigenschaften und die Verteilung der Farbträger der Schicht hergestellt.

Aus der Kenntnis des Schichtaufbaus und des Absorptions- und Streuverhaltens der beteiligten Substanzen lassen sich unter Berücksichtigung des verwendeten Meßlichtes numerisch oder analytisch Rückschlüsse auf die Dichte der Farbträger ziehen. Bei der Erfindung dienen als Grundlage die optischen Eigenschaften der Oberflächenschichten des Meßobjektes (z.B. der menschlichen Haut). Hieraus erfolgt eine Auswertung für die Meßwertverarbeitung. Damit wird auch die Unabhängigkeit von externen, heuristischen Daten erreicht.

Insbesondere für den Fall zweier Farbträger  $x, y$  in einer Doppelschicht ergibt sich folgende Beziehung:

$$R = \delta + (1 - \delta) \cdot (\alpha \cdot A_x + (1 - \alpha)^2 \cdot \beta \cdot A_x^2 B_y) + \text{Terme höherer Ordnung in } A, B$$

wobei bedeutet:

$R$ : Remissionsspektrum,

$\delta$ : reguläre Oberflächenreflexion,

$\alpha, \beta$ : experimentell oder theoretisch bestimmte Schichtparameter,

$A_x B_y$ : von den Dichten  $x$  und  $y$  der beiden Farbträger abhängige Absorptionsspektren.

Durch Integration über das optische Spektrum des Produktes aus  $R$  und den normierten spektralen Meßlichtverteilungen ergeben sich im allgemeinen nur numerisch behandelbare Funktionen der Farbträgerdichten, aus denen mit den jeweiligen Messungen die jeweiligen Farbträgerdichten bestimmt werden.

Als Farbträgerdichten werden insbesondere die Dichte von Melanin und die Dichte von kapillarem Hämoglobin (oder gegebenenfalls Bilirubin) oder auch die Melaninkomplexe, die die Haarfarbe bestimmen, berücksichtigt.

Eine Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern in optisch zugänglichen Oberflächenschichten von Meßobjekten, insbesondere der menschlichen Haut, des menschlichen Haares oder dergleichen, mit einer Beleuchtungseinrichtung, die mindestens zwei Strahlen alternativ auf eine Meßfläche richtet, und optischen Sensoren sowie einer Meßwertverarbeitungseinrichtung und einer Anzeigeeinrichtung zeichnet sich nach der Erfindung dadurch aus, daß ein Remissionssensor vorgesehen ist, der wenigstens zwei Remissionswerte liefert, und daß die Meßwertverarbeitungseinrichtung dem Remissionssensor nachgeschaltet ist und auf der Grundlage der optischen Eigenschaften der Oberflächenschichten des Meßobjektes aus den Remissionsmeßwerten Farbträgerdichten ermittelt, wobei der Ausgang der Meßwertverarbeitungseinrichtung mit der Anzeigeein-

richtung verbunden ist.

Bei einer derartigen Auslegung der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird in möglichst gedrängter Bauweise eine zuverlässige, quantitative Bestimmung der Farbträger ermöglicht. Die so relativ und quantitativ bestimmten Farbträger geben einen zuverlässigen Aufschluß über den Färbungsgrad im Bereich der Meßfläche, um Farbveränderungen oder dergleichen, insbesondere im Hinblick auf die Bräunung der Haut und ihres lokalen kapillaren Durchblutungszustandes, feststellen und erkennen zu können.

Bei einer medizinischen Anwendung der Vorrichtung sollten insbesondere kleine Meßflächen, vorzugsweise in der Größenordnung von einigen  $\text{mm}^2$  vorgesehen werden, so daß man eine hohe Auflösung und daher eine hohe Genauigkeit erhalten kann. Bei allgemeinen Anwendungsarten und im Zusammenhang mit einem persönlichen Gebrauch können Durchschnittsmessungen ausreichen, um eine entsprechende Strahlungsbelastung und deren Auswirkungen erfassen zu können.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung nach der Erfindung sind in den Ansprüchen 4 bis 23 wiedergegeben.

Die Vorrichtung nach der Erfindung kann auch so beschaffen sein, daß sie als Sonde ausgelegt ist, welche an eine entsprechende Überwachungsanlage angeschlossen werden kann.

Die Erfindung wird nachstehend an Beispielen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht zur Verdeutlichung des prinzipiellen Aufbaus und der Verfahrensführung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern,

Fig. 2 eine Seitenansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern,

Fig. 3 eine Draufsicht auf die Vorrichtung nach Fig. 2, und

Fig. 4 ein Blockdiagramm einer beispielhaften Schaltungsauslegung für eine Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern.

In den Figuren der Zeichnung sind gleiche oder ähnliche Teile mit denselben Bezugszeichen versehen.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 gibt eine Beleuchtungseinrichtung 3 Lichtstrahlen zu einer insgesamt mit 4 bezeichneten Lichtführung ab, die beispielsweise mehrere halbdurchlässige Spiegel und an ihrer einer Meßfläche 1 zugewandten Seite eine nicht gezeigte Linse oder eine Glasfaseroptik zur Fokussierung enthalten kann. Über diese Lichtführung 4 wird das Licht von der Beleuchtungseinrichtung 3 auf die Meßfläche 1 gerichtet, und die Remission, d.h. die Rückstrahlung, von der Meßfläche 1 wird über die Lichtführung 4 zu einem Remissionssensor 7 geleitet, dem eine Meßwertverarbeitungseinrichtung nachgeschaltet ist, die insgesamt mit 8 bezeichnet ist. Diese Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 stellt einen Bezug zwischen den gemessenen Remissionswerten und den optischen Eigenschaften der Oberflächenschichten zur Ermittlung der Farbträgerdichten her. Die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 umfaßt eine Signalnormierungseinrichtung 12 und eine nachgeschaltete Auswerteeinrichtung 13. In der Signalnormierungseinrichtung 12 erfolgt eine Normierung des Signals mittels Referenzpegel, Regelung oder Quotientenbildung. Mit Hilfe der Auswerteeinrichtung 13 erfolgt die relative, quantitative Bestimmung des oder der Farbträger (s), und vorzugsweise erhält man am Ausgang der Auswerteeinrichtung 13 digitale Signale, die einer Anzeigeeinrichtung 9 zugeleitet werden. Zur Steuerung der so prinzipiell im Aufbau ausgelegten Vorrichtung A zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern ist eine Steuereinrichtung 14 vorgesehen, die taktgesteuert den Verfahrensablauf durch entsprechende Aktivierung der Beleuchtungseinrichtung 3, der Signalnormierungseinrichtung 12, der Auswerteeinrichtung 13 und der Anzeigeeinrichtung 9 bestimmt. Die Steuereinrichtung 14 arbeitet derart, daß für wenigstens einen spezifischen Spektralanteil des optischen Spektrums zwei Remissionsmessungen über das Schichtspektrum durchgeführt und diese in Bezug zu der oder den Dichten des oder der Farbträger (s) gesetzt werden.

Anhand den Fig. 2 und 3 wird ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung A zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern erläutert. In einem als Träger dienenden Gehäuse 11 ist eine Energieversorgungseinrichtung 10 untergebracht, die die Energie für das Arbeiten der Meßwertverarbeitungseinrichtung 8, die ebenfalls im Gehäuse 11 untergebracht ist, und gegebenenfalls für die Beleuchtungseinrichtung 3 liefert. Zwischen der Beleuchtungseinrichtung 3 und der beispielsweise auf der Haut liegenden Meßfläche 1 ist die Lichtführung 4 vorgesehen. Die Lichtwege sind in den Fig. 2 und 3 schematisch mit Pfeilen eingetragen. Die Remission von der Meßfläche 1 geht ebenfalls durch die Lichtführung 4 und sie wird mit Hilfe eines Remissionssensors 7 erfaßt. Um Umgebungseinflüsse weitgehend minimal zu halten, wird die Meßfläche 1 von einer Abdeckung 2 begrenzt, die beispielsweise auf der Haut derart aufliegt, daß nur die Meßfläche 1 der Haut beispielsweise freiliegt. Durch die entsprechende Wahl der Größe der Meßfläche und der Lichtführung werden die Auflösung und die Genauigkeit der Vorrichtung A bestimmt. Bei einer kleinen Meßfläche 1 erhält man eine hohe Auflösung und eine entsprechend hohe Genauigkeit. Insbesondere für medizinische Anwendungszwecke werden eine hohe Auflösung und hohe Genauigkeiten bevorzugt. Die Strahlrichtung von der Lichtführung 4 zu dem Remissionssensor 7 ist in Fig. 3 mit 5 bezeichnet. Der Lichtführung 4 ist auch ein Primärsensor 6 zugeordnet, mittels dem eine Beleuchtungsregelung der Beleuchtungseinrichtung 3 zur Erzielung optimaler Ergebnisse durchgeführt werden kann. Auf der Oberseite des Gehäuses 11 ist die Anzeigeeinrichtung 9 angeordnet.

Die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 umfaßt, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, eine Signalnormierungseinrichtung 12 und die Auswerteeinrichtung 13. Die Steuereinrichtung 14 ist zweckmäßigerweise in die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 insgesamt integriert. Die Anzeigeeinrichtung 9, die die Ausgangssignale von der Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 vorzugsweise in digitaler Form erhält, wird zweckmäßigerweise von einer LCD-Anzeigeeinrichtung gebildet.

Die Beleuchtungseinrichtung 3 kann alternierend Licht zweier verschiedener Farben abgeben. Die Beleuchtungseinrichtung 3 kann beispielsweise von Leuchtdioden als intern angeordnete Beleuchtungseinrichtung gebildet werden, deren Energieversorgung über die Energieversorgungseinrichtung 10 erfolgt. Alternativ kann

die Beleuchtungseinrichtung 3 die Umgebungsbeleuchtung für das auf die Meßfläche 1 über die Lichtführung 4 zu richtende Licht nutzen. Die Beleuchtungseinrichtung 3 kann gemäß zweckmäßigen Ausgestaltungsformen ein getaktetes Licht oder eine Dauerbeleuchtung liefern. Ferner kann die Beleuchtungseinrichtung zwei oder mehrere spektral unterschiedliche Strahlen liefern. Ferner kann die Beleuchtungseinrichtung 3 spektral unterschiedliche Beleuchtungsquellen umfassen, die über eine Umlaufeinrichtung steuerbar sind.

Grundsätzlich ist jede Beleuchtung geeignet, deren spektrale Zusammensetzung bekannt ist. Sie kann durch eng- oder breitbandige Filter aus kontinuierlichen Lichtquellen oder durch Lichtquellen mit spezifischer Emission erzeugt werden. Sie muß derart ausgeprägt sein, daß eine Fluoreszenzanregung des Meßobjekts vermieden wird.

Anstelle des in den Fig. 2 und 3 gezeigten Primärsensors 6 kann eine Beleuchtungsregelung für die Beleuchtungseinrichtung vorgesehen sein, die gegebenenfalls in die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 integriert sein kann.

Gemäß einer alternativen Ausbildungsform kann die Beleuchtungseinrichtung 3 polarisiertes Licht abgeben oder die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 wertet polarisierte Meßlichtanteile aus.

Die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 kann zwei oder mehrere Farbträger aus Messungen in zwei oder mehreren spezifischen Spektralbereichen bestimmen. Sie kann ferner auch so ausgelegt sein, daß die Meßwerte in zeitlichem Bezug zueinander insbesondere zur Reaktionserfassung gesetzt werden können. Die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 gestattet durch Einbeziehung von UV-Pegelmessungen, gegebenenfalls, auch eine anwendungsbezogene Auswertung, so daß beispielsweise ein Lichtschutzfaktor bestimmt werden kann, der für die momentane Strahlungsbelastung geeignet ist.

Fig. 4 zeigt einen schematischen Schaltplan für die Vorrichtung A zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern nach der Erfindung. Die Energieversorgungseinrichtung 10 steht in Verbindung mit einem zu einem Block zusammengefaßten und insgesamt mit 15 bezeichneten Beleuchtungs- und Meßteil, das die Lichtführung 4, die Beleuchtungseinrichtung 3 und eine Sensorik 16 umfaßt.

Die Sensorik 16 enthält den Remissionssensor 7 und den Primärsensor 6. Ferner steht die Energieversorgungseinrichtung 10 auch in Verbindung mit der Meßwertverarbeitungseinrichtung 8, die beim in Fig. 4 gezeigten Beispiel eine mit CPU bezeichnete zentrale Verarbeitungseinheit mit 8-Bit und einen integrierten Analog/Digital (A/D)-Wandler enthält. Zwischen der Sensorik 16 und der zentralen Verarbeitungseinrichtung 17 ist ein Meßverstärker 18 zwischengeschaltet, dessen Ausgang an der zentralen Verarbeitungseinrichtung 17 als Eingang anliegt. Ferner enthält die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 einen Regelverstärker 19, dessen einer Eingang mit dem Ausgang der Sensorik 16, d.h. dem Ausgang des Primärsensors 6, verbunden ist, während ein zweiter Eingang des Regelverstärkers 19 mit dem Ausgang der Taktgeber-Steuereinrichtung 14 verbunden ist. Die Taktgeber-Steuereinrichtung 14 ist mit der zentralen Verarbeitungseinrichtung 17 kommunizierend verbunden, d.h. ein Ausgang der zentralen Verarbeitungseinrichtung 17 ist mit einem Eingang der Taktgeber-Steuereinrichtung 14 und ein Ausgang der Taktgeber-Steuereinrichtung 14 ist mit einem Eingang der zentralen Verarbeitungseinrichtung 17 verbunden. Über die Taktgeber-Steuereinrichtung 14 im Zusammenwirken mit der zentralen Verarbeitungseinrichtung 17 und über den Regelverstärker 19 wird die Beleuchtungseinrichtung 3 in entsprechender Weise geregelt.

Mit der Energieversorgungseinrichtung 10 ist ferner die Anzeigeeinrichtung 9 verbunden, die beim in Fig. 4 gezeigten Beispiel als LCD-Anzeige ausgebildet ist. Diese Anzeigeeinrichtung 9 wird über den Ausgang der zentralen Verarbeitungseinrichtung 17 angesteuert, um die jeweils in der Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 insgesamt zu ermittelnden Größen zur Anzeige zu bringen.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die vorangehend erläuterten Beispiele und deren Einzelheiten beschränkt, sondern es sind zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, die der Fachmann im Bedarfsfalle treffen wird, ohne den Erfindungsgedanken zu verlassen.

Insbesondere kann die Vorrichtung A zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern nach der Erfindung so gestaltet sein, daß das als Träger dienende Gehäuse 11 in Miniaturbauweise ausgeführt ist. Als Anzeigeeinrichtung 9 kommt nicht nur eine digitale Anzeige, wie eine LCD-Anzeige, in Betracht, sondern die Anzeigeeinrichtung 9 kann auch auf analoge Weise arbeiten. Selbstverständlich kann dann ein Analog/Digital-Wandler entfallen, der bei dem Beispiel nach Fig. 4 in die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 integriert ist. Gegebenenfalls kann die Sensorik 16 auch für die jeweils zu analysierenden und zu bestimmenden Spektralbereiche, wie Rotfärbung oder Gelbfärbung, gesonderte Remissionssensoren umfassen, die dann in entsprechender Weise schaltungstechnisch mit der Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 verbunden sind. Auch kann die Sensorik 16 derart ausgelegt sein, daß sie medizinisch diagnostischen Zwecken dient, wobei auch beispielsweise das Bilirubin oder der momentane Grad, oder der zeitliche Verlauf eines Erythems, oder Anomalien der kapillaren Durchblutung oder Mikrozirkulation in der Haut, oder lokale Melaninanomalien bestimmt und berücksichtigt werden können.

Auch können hierdurch nicht-farbvalenzmetrische Kennzahlen zur Beschreibung der menschlichen Haarfarbe bestimmt werden.

In gleicher oder ähnlicher Weise können auch Farbtöne von tierischen Haaren ermittelt werden.

Die Anzeigeeinrichtung 9 läßt sich ferner so auslegen, daß eine Warnung für kritische Strahlbelastungszustände ausgegeben wird, um einen Anwender vor einer möglicherweise bevorstehenden Verbrennungsgefahr zu warnen, so daß sich dieser rechtzeitig von der Bestrahlungsquelle entfernen kann. In Abhängigkeit von dem gewünschten elektronischen Integrationsgrad kann die Meßwertverarbeitungseinrichtung 8 auch als Mikroprozessor in Modulbauweise ausgelegt werden, wobei dann nur noch die Verbindung mit der Beleuchtungseinrichtung 3, der Sensorik 16 und der Anzeigeeinrichtung 9 hergestellt zu werden braucht. Hierbei ist auch eine in entsprechender Weise programmierbare Mikroprozessoreinrichtung anwendbar, die durch ihre entsprechende Programmierung an den jeweils gewünschten Anwendungszweck auf einfache Weise angepaßt werden kann.

Bezugszeichen:

- A Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung der Farbträger insgesamt
- 1 Meßfläche
- 5 2 Lichtabdeckung
- 3 Beleuchtungseinrichtung
- 4 Lichtführung
- 5 Strahlrichtung
- 6 Primärsensor
- 10 7 Remissionssensor
- 8 Meßwertverarbeitungseinrichtung
- 9 Anzeigeeinrichtung
- 10 Energieversorgungseinrichtung
- 11 Gehäuse oder Träger
- 15 12 Signalnormierungseinrichtung
- 13 Auswerteeinrichtung
- 14 Steuereinrichtung
- 15 Beleuchtungs- und Meßteil
- 16 Sensorik
- 20 17 zentrale Verarbeitungseinrichtung (CPU)
- 18 Meßverstärker
- 19 Regelverstärker

#### Patentansprüche

- 25 1. Verfahren zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern in optisch zugänglichen Oberflächenschichten von Meßobjekten, insbesondere der menschlichen Haut, des menschlichen Haares oder dergleichen, dadurch gekennzeichnet, daß mit wenigstens zwei spezifischen Anteilen des optischen Spektrums wenigstens zwei Remissionsmessungen der Oberfläche des Meßobjektes durchgeführt werden und
- 30 aus diesen Meßwerten auf der Grundlage der optischen Eigenschaften der Oberflächenschichten des Meßobjektes Farbträgerdichten ermittelt werden.
- 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Farbträgerdichte die Dichte von Melanin und die Dichte von kapillarem Hämoglobin und/oder Bilirubin oder verschiedene Melaninkomplexe im menschlichen Haar berücksichtigt werden.
- 35 3. Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern in optisch zugänglichen Oberflächenschichten von Meßobjekten, insbesondere der menschlichen Haut, des menschlichen Haares oder dergleichen, mit einer Beleuchtungseinrichtung, die mindestens zwei Strahlen alternativ auf eine Meßfläche richtet, und optischen Sensoren sowie einer Meßwertverarbeitungseinrichtung und einer Anzeigeeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß ein Remissionssensor (7) vorgesehen ist, der wenigstens zwei Remissionswerte liefert, und daß die Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) dem Remissionssensor (7) nachgeschaltet ist und auf der Grundlage der optischen Eigenschaften der Oberflächenschichten des Meßobjektes aus den Remissionsmeßwerten Farbträgerdichten ermittelt, wobei der Ausgang der Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) mit der Anzeigeeinrichtung (9) verbunden ist.
- 40 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch einen Primärsensor (6), der die von der Beleuchtungseinrichtung (3) einfallende Strahlungsintensität erfaßt, und dessen Ausgang mit der Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) verbunden ist.
- 5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Beleuchtungseinrichtung (3) und der Meßfläche (1), und der Meßfläche (1) des Remissionssensors (7) sowie gegebenenfalls des Primärsensors (6) eine Lichtführung (4) zu und von der Meßfläche (1) angeordnet ist.
- 50 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) eine Signalnormierungseinrichtung (12) und eine Auswerteeinrichtung (13) umfaßt.
- 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalnormierungseinrichtung (12) auf der Basis eines Referenzpegels, einer Regelung oder einer Quotientenbildung arbeitet.
- 8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung (13) nach der relativen, quantitativen Bestimmung der Farbträger am Ausgang Digitalsignale liefert, die an der Anzeigeeinrichtung (9) anliegen.
- 55 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung (3) intern angeordnet ist oder die Umgebungsbeleuchtung in Verbindung mit spektralen Filtern als Beleuchtungseinrichtung dient.
- 60 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung (3) eine Impuls- oder Dauerbeleuchtung liefert.
- 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung (3) spektral unterschiedliche Beleuchtungsquellen umfaßt, die über eine Umlaufeinrichtung aktivierbar sind.
- 65 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle des Primärsensors (6) eine Beleuchtungsregelung (14, 19) für die Beleuchtungseinrichtung (3) vorgesehen ist.
- 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Auswertung polarisierte Lichtanteile verwendet werden.

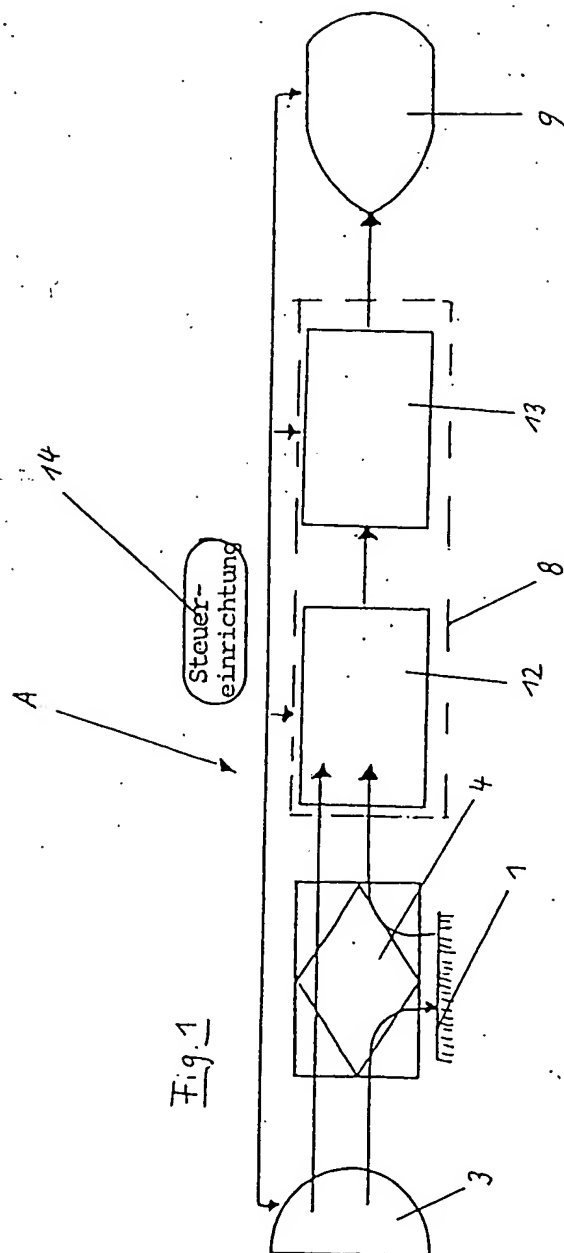
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) mehr als zwei Farbträger mittels Messungen in mehr als zwei spezifischen Spektralbereichen bestimmt.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß auch die externe UVA- und/oder UVB-Strahlungsintensität erfaßt und angezeigt wird.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) die Meßwerte in zeitlichen Bezug, insbesondere zur Dosiserfassung oder zur Bestimmung von Hautreaktionstypen setzt.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) eine anwendungsbezogene Auswertung zu diagnostischen, medizinischen oder kosmetischen Zwecken vornimmt.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) eine elektronische zentrale Verarbeitungseinrichtung (CPU) (17) mit integrierter Wandlereinrichtung umfaßt.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung (3), die Meßwertverarbeitungseinrichtung (8) und deren Einrichtungen und die Anzeigeeinrichtung (9) durch einen Taktgeber (14) mit nachgeschaltetem Regelverstärker steuerbar sind.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß der elektronischen zentralen Verarbeitungseinrichtung (17) ein Meßverstärker (18) vorgeschaltet ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit Energie aus der Umgebungsstrahlung versorgbar ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigeeinrichtung (9) eine analoge und/oder digitale Anzeige liefert, die insbesondere als LCD-Anzeige ausgelegt ist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (11) der Vorrichtung (A) in Miniaturbauweise ausgeführt ist.
24. Vorrichtung zur relativen, quantitativen Bestimmung von Farbträgern in optisch zugänglichen Oberflächenschichten von Meßobjekten, insbesondere der menschlichen Haut, des menschlichen Haares oder dergleichen, mit einer Beleuchtungseinrichtung, die mindestens zwei Strahlen alternativ auf eine Meßfläche richtet, und optischen Sensoren sowie einer Meßwertverarbeitungseinrichtung und einer Anzeigeeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Umgebung der Meßfläche ausreichend gegen Fremdlichteinfall abgedeckt ist.



3827457

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

38 27 457  
G 01 J 3/46  
12. August 1988  
8. Juni 1989



3827457

23

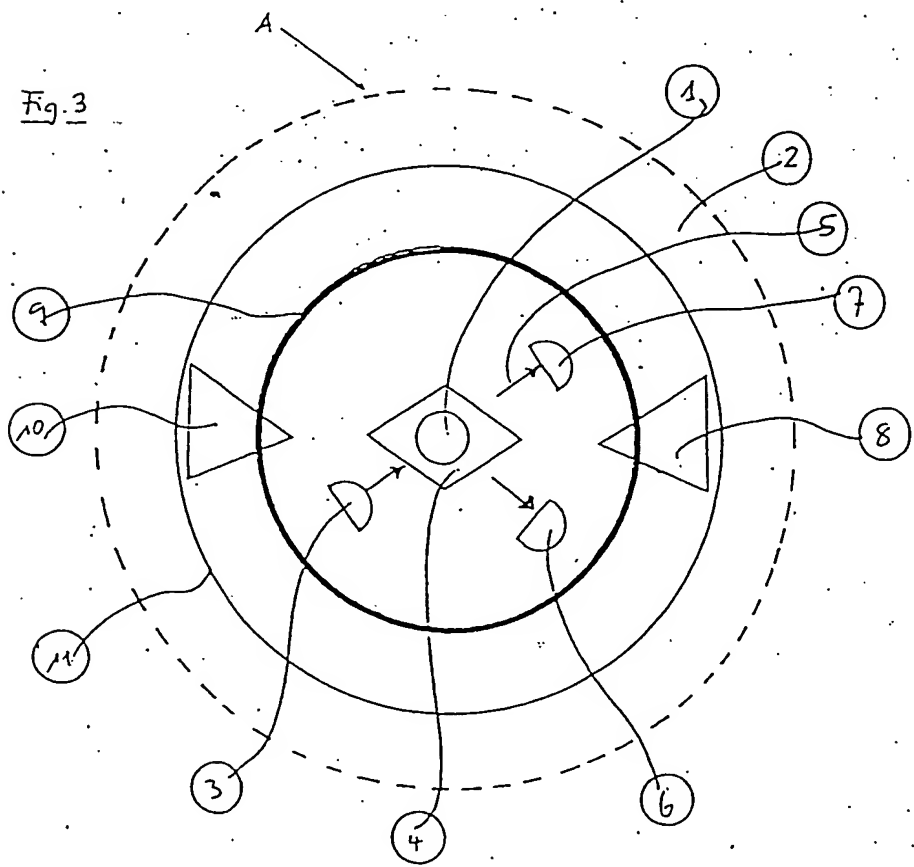
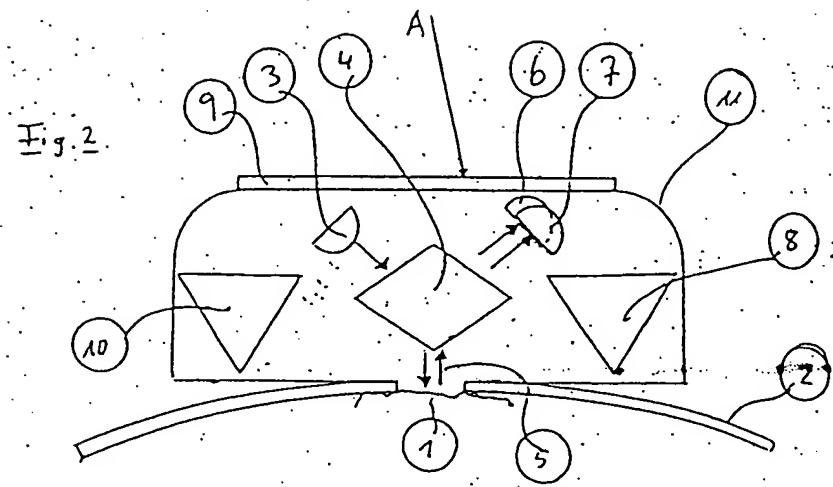
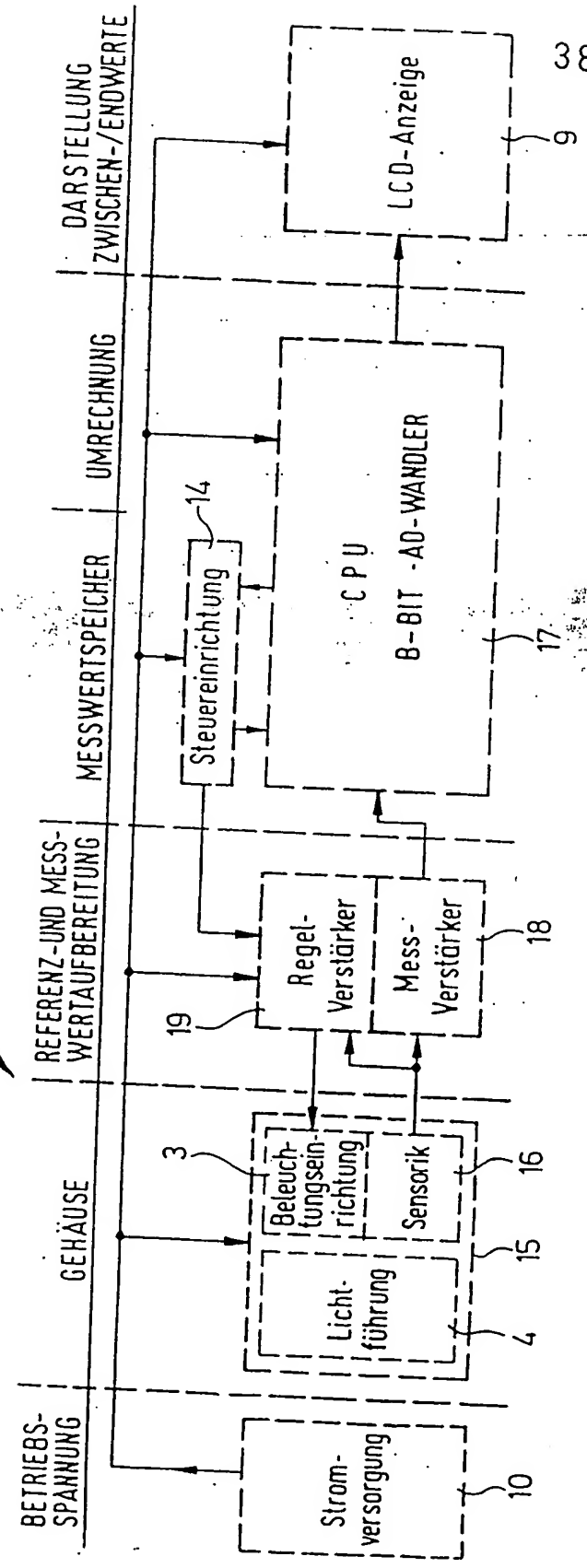


FIG. 4

A



24\*  
3827457

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**